中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(4):345～353 (1984)

疊氮化鈉對水稻臺農67號之誘變效應[1]

陳治官　黄眞生[2]

摘要：在 pH 3 的磷酸緩衝溶液中，以3及6小時二種處理時間和 0.0、1.0、1.5 及 2.0 mM四種濃度，探討疊氮化鈉對臺農67號的種根長、萌芽出土率、幼苗高、結實率和存活率等之影響。結果處理時間對幼苗高之效果無顯著差異外，其餘性狀皆與處理時間和濃度呈顯著的負相關，其中種根長和存活率對處理濃度呈現二次曲線廻歸關係，餘三種反應對處理濃度呈直線迴歸關係。五種反應中，種根長和結實率之相關最高。本試驗結論建議：疊氮化鈉處理時間不宜太長，種根長和結實率可作爲實用處理時間的指標。

本省水稻誘變育種工作，除放射線誘變劑外，多數是以乙基甲磺酸鹽 (Ethyl Methanesulfonate, EMS) 的化學藥劑爲誘變劑[3,4,6,7,24,35,36]，其它用於水稻的化學誘變劑有雙乙基酸鹽 (Diethyl Sulphat, DES)、異丙基甲磺酸鹽 (Isopropyl Methanesulfonate, IPMS)、甲基甲磺酸鹽 (Methyl Methanesulfonafe, MMS)。EMS是烷化劑中最有效的誘變劑之一，具致癌潛力，與水反應水解產生之化合物無誘變作用,但可能具有毒性，水解速度半衰期於20°C時須93小時，30°C時須26小時，是種相當危險的藥劑，使用及使用後的處理必須很小心[19]。基於安全的考慮，尋找一種無後續力、使用量少而誘變效率高的誘變劑是誘變育種工作人員所企求的。疊氮化物 (azide) 是一種接近上述條件且價格便宜的化合物；在某些處理條件下，能誘發極高的突變率[22]，大部分是基因突變，染色體異常極少[22,30]，但對細菌或植物之營養組織的誘變效率則較低[5,12,22]；疊氮化合物誘發植物突變的作用機制尚不清楚。在 pH 值3，致死劑量下，大麥胚中發現有 DNA 單股斷裂；但在次致死劑量下染色體可見的變異很少[32]。疊氮化物處理過的大麥胚中，發現有大量的誘變物質，但此物質却不是疊氮化物，Owais 等人相信這些非疊氮化物的誘變物質很可能是疊氮化物在生體 (in vivo) 中代謝的產物[23,27]。疊氮化物在土壤中分解很快[21]，殘效少、又處理濃度相當低，致癌能力亦低[31]。疊氮化物使用於水稻的誘變研究始於1976年[25]，但至1979年以來使用才見普遍。Afsar Awan 等人[8]報告疊氮化鈉在他們試驗中由0.12至 1.75mM 的濃度，皆具誘變能力，在 M_2 世代可發現葉綠體、短稈、矮化株、早抽穗、晚抽穗等可見的變異株。Guimarâes 和 Ando[17]比較疊氮化鈉和 r 射線對水稻品種 Dourado precoce 的誘變效果，認爲疊氮化鈉較 r 射線有較高的誘變效果。Hasegawa 和 Inoue[18]以疊氮化鈉處理水稻品種 Nihonbare 種子，發現有葉綠體變異，延遲抽穗、短稈、矮化、短穗、不稔的誘變效果，並由葉綠體的誘變效果建議種子處理前先浸水6小時，再以 10^{-1}M 處理可得最大誘變率。Patnaik 等人[28]分別以 100mM 的疊氮化鈉、20KR 的 r 射線和 38.66mM 的 EMS 處理比較前三個分蘖和第四、第五分蘖葉綠體的突變，發現 M_1 的最初三個分蘖有較高的葉綠體誘變率。Sarma 和Patnaik[29]以 5×10^{-3}M 的疊氮化鈉和 30r 的 r 射線共同處理容易穗上發芽的水稻品種 Mahsuri, 結果由3150株 M_2 中選獲71株休眠性較强的植株。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1182 號。本研究資料承本所劉研究員清進行統計分析，謹此致謝。

2.本所農藝系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

臺農67號是本省目前栽培最廣的稉稻品種，但其稻熱病抵抗性和褐飛蝨抵抗性却相當差[1]。利用高效率基因誘變化學藥劑來誘變改良臺農67號的抗病、抗飛蝨能力是可行方法之一。但誘變劑對不同品種可能有不同之反應[10]，先瞭解疊氮化物對臺農 67號或與其遺傳背景相近之品種（系）的反應是有必要的。

材料與方法

本研究使用品種爲臺農67號，種子來源是由農業試驗所農藝系細胞遺傳研究室所保存繁殖者供應。誘變藥劑使用疊氮化鈉（Sodium azide, NaN_3；Merck Art 6688，純度99%），使用前先製成 0.1M 的母液（0.6567g/100ml 去離子水），處理時再依所須的濃度於抽氣櫃中以 pH 值 3 濃度 0.05M 的磷酸鹽緩衝溶液稀釋，並馬上處理浸漬前處理過之種子。每一處理600粒種子，以去離子水於 5°C 下浸種24小時，再於同條件下改浸於 0.05M, pH＝3 的磷酸緩衝溶液中 4 小時。前處理後於同一條件以處理溶液先浸漬 1 小時，再置於 30°C 水浴處理 3 或 6 小時。處理完成後，以流水沖洗材料 4 小時，隨即以 30°C 定溫催芽過夜（約14小時）。處理過之溶液集中按照化學誘變劑安全處置的方法處置。以上處理時間與濃度分別爲 1） 3 小時； 6 小時。 2）0.0mM；1.0mM；1.5mM 和 2.0mM 等，完全組合共 8 種處理，每種處理 3 重複。處理種子（ M_1 世代）依性狀調查須要分別調查。

（一）種根長度（Seminal root length）：每處理逢機取10粒種子置放於覆溼濾紙之亞克力平板，以60度角斜放平板於淺皿中，置於 30°C 恆溫箱內令其發根，三日後量其種子根之長度。

（二）M_1 苗高（Seedling height）和萌芽成活率（Germination rate）：剩餘種子播於育苗箱內，每箱播 4 個處理，每處理播 400 粒。播種後置於溫室內按箱育苗法管理。至播種後10日調查萌芽成活率，於播種後26日調查苗高。

（三）M_1 株結實率（Seedset rate）及存活率（Survival rate）：播種後28日移植於本田，每處理逢機插植110株，單本植，密植，行株距爲10×10（公分），採 RCBD 設計。本田管理按一般栽培管理進行。成熟後每處理每株收獲主稈並逢機收取第一次分蘗之一穗共二穗，調查其結實率；存活率由全不稔株估算。（即 M_1 植株必須至少長出一穗且至少有一粒種子長成才算成活）。

統計分析所用之資料以每處理之平均值爲單元，以複因子分析各調查性狀之結果，並計算各性狀彼此間之相關係數。

結　果

調查資料中各種處理時間和濃度下的各種調查性狀之平均值和標準機差，列於表 1 。經複因子變方分析，各性狀各因子之 F 測驗綜合如表 2 ；各性狀於處理時間之比較綜合如表 3 ；處理濃度之比較綜合如表 4 ；。由變方分析 F 測驗結果顯示，除苗高在二個處理時間之間無顯著差異外，各性狀在處理時間之間及處理濃度之間皆有顯著之差異。種根長和萌芽成活率在區集（重複）之間有極顯著之差異。M_1 存活率則在處理時間和處理濃度之間有交感作用存在。

臺農67號處理疊氮化鈉後各性狀之比較分述如下：

（一）種根長度

疊氮化鈉對臺農67號種子的種根，有抑制生長的作用，這種作用隨著處理時間加長而增大，未處理疊氮化鈉的種根於置床後三日可長 2.255cm；處理 3 小時者平均僅長至 0.540cm，處理 6 小時者平均僅長至 0.217cm（表 3 ）。這種傷害作用亦隨處理濃度的增加而增大，但增加量却減少。由處理濃度與種根長的廻歸變方分析 F 值顯著性測驗顯示，處理濃度與種根長呈二次曲線效應（表 4 ），顯現疊氮化鈉處理時低濃度即可造成極大程度的抑制傷害（圖 1

表1. 臺農67號種子處理疊氮化鈉後，M_1 世代各調查性狀的平均値和標準機差。

Table 1. Mean values of investigated traits and their standard error for the Tainung 67 M_1 treated with sodium azide.

Time	Con.	Seminal root length($x10^{-2}$cm)		Germination rate (%)		Seedling height ($x10^{-2}$cm)		Seedset rate (%)		Survival rate (%)	
hr	mM	$\bar{X}$	S. E.	$\bar{X}$	S. E.	$\bar{X}$	S. E.	$\bar{X}$	S. E.	$\bar{X}$	S. E.
3	0.0	234.67	53.76	92.85	0.43	548.33	36.45	81.47	1.21	100.00	0.00
	1.0	86.67	28.26	83.88	4.47	408.33	42.83	51.87	2.97	98.54	0.76
	1.5	43.67	10.36	78.52	4.44	414.67	41.32	41.25	2.81	95.45	2.29
	2.0	30.67	16.51	81.45	4.60	339.67	29.28	30.29	2.07	83.94	1.09
6	0.0	215.67	28.62	93.85	1.25	541.33	19.97	83.36	1.75	100.00	0.00
	1.0	47.67	20.50	74.37	9.56	382.67	33.76	43.45	5.26	92.87	2.44
	1.5	14.33	6.64	70.48	9.91	345.33	41.65	33.00	4.90	80.30	5.92
	2.0	3.00	3.00	64.36	7.20	301.33	6.89	16.47	5.40	50.78	9.84

表2. 臺農67號種子處理疊氮化鈉後，M_1 世代各調查性狀的變方分析表。

Table 2. Variance analysis for investigated traits of Tainung 67 M_1 treated with sodium azide.

Source	d. f.	M. S.				
		Seminal root length	Germination rate	Seedling height	Survival rate	Seedset rate
Block	2	9,809.0417**	512.4227**	8,397.1667	100.5135	31.3089
Time	1	4,959.3750*	424.5368*	7,385.0417	1,093.0950**	306.5920*
Concentration	3	55,493.1528**	519.2728**	54,600.7083**	1,258.0347**	3,817.2211**
Time×Concen.	3	100.8197	82.5356	1,030.4861	316.4434**	64.5246
Error	14	896.3274	57.1700	2,678.3571	47.7016	41.1670

*and **denote significances at 5% and 1% levels, respectively.

表3. 疊氮化鈉不同處理時間長對臺農67號 M_1 世代各調查性狀的效應比較。

Table 3. Comparison of effectiveness of SA between treated time duration for Tainung 67.*

Time duration	Seminal root length (mm)	Germination rate (%)	Survival rate (%)	Seedset rate (%)
Control	225.17 a	93.35 a	100.00 a	82.42 a
3 hr	53.67 b	81.28 b	92.64 b	41.14 b
6 hr	21.67 c	69.74 c	74.65 c	30.97 c

*In a column, means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Dancan's new M. R. T.

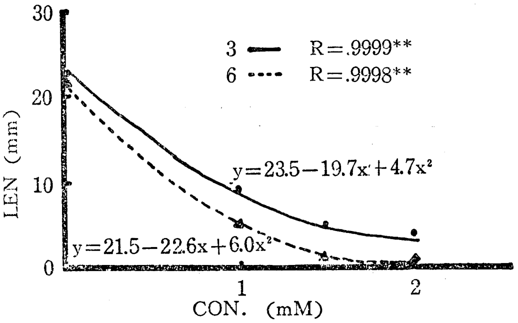

圖1. 疊氮化鈉濃度對臺農67號 M_1 世代種根長的效應。

Fig. 1. Effect of SA concentrations on the length of M_1 seminal root of Tainung 67.

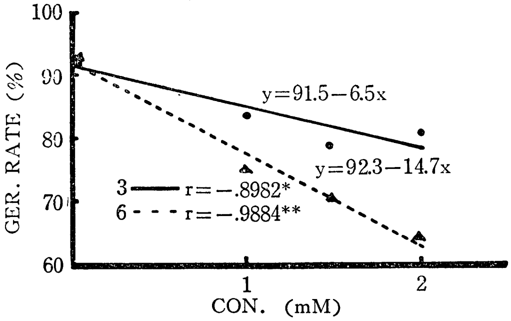

圖2. 疊氮化鈉濃度對臺農67號 M_1 世代萌芽率的效應。

Fig. 2. Effect of SA concentrations on the germination rate of Tainung 67 seed.

）。

（二）種子萌芽出土率

臺農67號種子處理疊氮化鈉後，隨處理時間增長及濃度增加，萌芽成活率顯著降低。未處理種子之萌芽成活率為93.35%，處理 3 小時者平均為81.28%，6 小時者平均為 69.74%（表 3）。迴歸變方分析結果顯示萌芽出土率與濃度呈直線關係（表4），且隨濃度增加，萌芽出土率遞減（圖2），6 小時處理時間下的遞減更快。

（三）苗高

疊氮化鈉的種子處理時間對臺農67號的苗高並無顯著的影響，即 3 小時者苗高平均為 387.67×10^{-2}cm，6 小時者為343.00×10^{-2}cm。苗高對處理濃度的迴歸變方分析顯示，兩者有直線關係，處理濃度愈高，播種後28日的苗高愈短，顯現疊氮化鈉的濃度效果（圖3）。

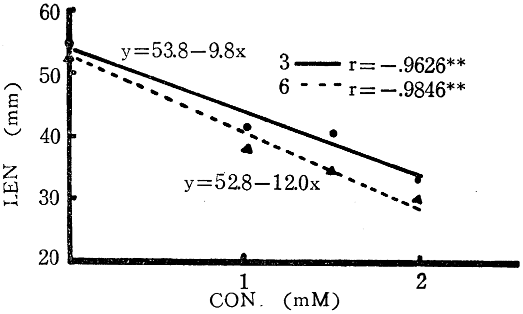

圖3. 疊氮化鈉濃度對臺農67號 M_1世代幼田高度的效應。

Fig. 3. Effect of SA concentrations on the seedling height ofTainung 67.

表4. 疊氮化鈉對臺農67號 M_1 世代各調查性狀在處理濃度效應上的迴歸分析。

Table 4. Regression analysis of investigated 5 traits on the effectiveness of treated concentrations of sodium azide with Tainung 67.

Source	d. f.	M. S.				
		Seminal root length	Germination rate$	Seedling height	Survival rate	Seedset rate
Concentration	1	55,493.1553**	519.2730**	54,600.7065**	1,258.0343**	3,817.2219**
Linear regression	1	152,901.0675**	1,474.0897**	157,248.8629**	2,909.2260**	11,339.7299**
Quadratic regression	1	13,577.6651**	82.8005	3,135.0689	825.9676**	82.2684
Cubic regression	1	0.7333	0.9289	03,418.1878	38.9093	29.6673
Residual	14	896.3274	57.1700	2,678.3571	47.7061	41.1670

**significant at 1% level.

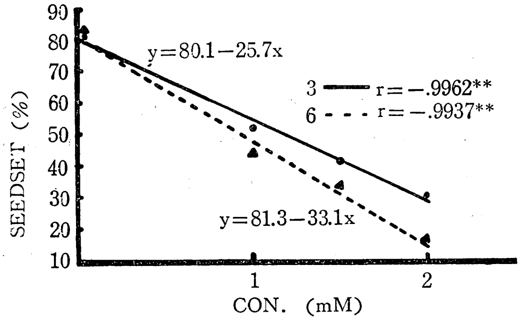

圖4. 疊氮化鈉濃度對臺農67號 M_1 世代結實率的效應。

Fig. 4. Effect of SA concentrations on the M_1 seedset of Tainung 67.

(四) 結實率

臺農67號以疊氮化鈉處理之 M_1 植株之結實率，隨著處理時間及濃度之增加而減少。未處理藥劑的平均結實率爲82.42%，處理3小時者平均爲41.14%，處理6小時者平均爲 30.97%，處理時間愈久，結實率愈低（表3）。處理濃度與結實率之迴歸變方分析顯示，結實率與處理濃度呈現直線關係（表4），即處理濃度愈高，結實率愈低（圖4）。

(五) M_1 株存活率

若 M_1 株完全不結實，則除無性繁殖外，該完全不結實的 M_1 植株將無法存留於 M_2 代；疊氮化鈉處理後的臺農67號 M_1 株，各處理內大都可發現完全不結實的植株。未處理疊氮化鈉的對照區內，全未發現完全不結實株，其存活率爲 100%；處理3小時者其平均存活率爲 92.64%；處理6小時者之平均存活率爲 74.65%；處理時間愈長，M_1 株的存活率愈低（表3）。M_1 株的存活率與處理濃度的迴歸分析中顯示兩者呈現二次曲線關係（表4），處理濃度愈高，M_1 株存活率遞減更快（圖5）。

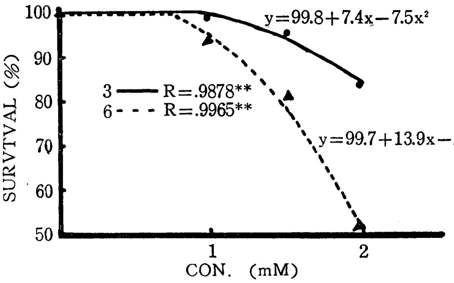

圖5. 疊氮化鈉濃度對臺農67號 M_1 世代存活率的效應。

Fig. 5. Effect of SA Concentrations on survival rate oof M_1 plants of Tainung 67.

(六) 各觀察性狀間之相關

臺農67號種子處理疊氮化鈉後 M_1 世代各性狀間之相關如表5。各性狀彼此間呈現顯著或極顯

著正相關，其中以種根長和結實率之間的相關最高，為0.8942，最低是萌芽成活率與株存活率之間的相關，為0.4178。

表5. 臺農67號處理疊氮化鈉後，M_1 世代各調查性狀彼此之相關。

Table 5. Correlation coefficients beteen the traits investigated in the M_1 of Tainung 67 treated with sodium azide.

Trait	Seminal root length	Germination rate	Seedling height	Seedset rate	Survival rate
Seminal root length	1.0000	0.6531**	0.6656**	0.8942**	0.5609**
Germination rate		1.0000	0.5833**	0.5782**	0.4178*
Seedling height			1.0000	0.7640**	0.5408**
Seedset rate				1.0000	0.7685**
Survival rate					1.0000

*, **denote significances at 5% and 1% levels, respectively.

討　論

通常誘變劑不僅有誘發遺傳變異的能力，在處理當代，亦顯現其毒（傷）害作用，其程度常與後代發現的誘變率有相當大的關連[13]。這種毒（傷）害作用只是限於 M_1 代，並因處理時間、劑量的增加而增大，最後 100%死亡。最高的誘變率及最低的生理傷害是最理想的，因此在使用新的誘變劑進行誘變育種工作時，測驗該誘變劑對目的作物的生理反應是提高誘變育種效率的必要程序。

為明瞭誘變劑對禾穀類作物種子的影響，比較簡便的方法是測定處理後種子的發芽率、種根長和幼苗高度，另外，還有測定 M_1 植株生育後期的生存率、結實率或觀察體細胞分裂與減數分裂時的染色體變異狀況等[16]。

疊氮化鈉處理水稻品種 "M_5"[8] 等會影響種子的發芽率、幼苗高度和 M_1 植株的稔性且隨著處理濃度增加而發芽率、幼苗高度和 M_1 植株的稔性減低。本試驗對臺農67號所得結果與之大致符合。所有觀察性狀之調查值都隨處理濃度或處理時間（幼苗高除外）而降低。其中種根長和 M_1 植株存活率與處理濃度呈下降的二次曲線，其餘則呈直線下降相關。據 Gaul 物理或化學誘變劑的劑量對幼苗高、種根長與生存率的平均值的關係均呈反 S 型曲線[16]，即此為三次曲線；本試驗缺乏 0 至 1mM 之濃度，所得結果是二次曲線關係，若設有此段濃度廻歸曲線也許會呈現三次的反 S 型曲線。Gaul 定義計算生存率的生存植株是不論結實與否，至少需長出一穗（花序）者[14]。本試驗的存活率定義乃指 M_1 植株已生存且至少必須結出一粒種子者，與 Gaul 由成活幼苗數和生存植株數估算之生存率有異，反應曲線亦可能因此不一。又本試驗處理濃度變級僅設至 2mM，存活率對較高濃度變級的反應亦不明，但 2mM濃度已嚴重抑制臺農67號種子的發芽及成活，使用較高濃度變級似已無實用性。

疊氮化鈉會抑制大麥種子呼吸作用中氧化還原酵素之作用，而使大麥種子之代謝作用減緩[33]，此可能抑制體細胞分裂而影響幼苗高度。遲發芽可能影響苗高或可能因誘變劑作用而使幼苗生長緩慢，因此幼苗高度的測量不宜太早[16]，但太晚又易受環境因子的影響，何時測量苗高最足以代表對處理的反應似難把握。本試驗於播種後26日測量幼苗高度，區集重複間差異不顯著，顯見環境控制尚佳。幼苗高度與處理濃度變級間呈直線相關，與 Gaul 所謂呈反 S 型曲線不一樣，可能由於調查時期不一樣所致。幼苗高度對二種處理時間的反應並無顯著差異，按理推論，處理時間愈久，種子受傷害程度會愈大，本試驗獲此結果可能是由於晚期調查，幼苗生長勢已有相當的恢復所致。種根長和種子萌芽成活率能直接反應疊氮化鈉的作用，種根長於處理後三日調查，萌芽成活率於播種後10日調查，

二者的區集（重複）間差異皆極顯著，顯示處理時易受環境因素之影響。由於試驗於冬季進行，處理時以一區集（重複）爲一次，共分三次進行，處理時室溫隨寒流來去而有相當的變異，部分於室溫下進行的步驟，如流水沖洗，即可能因水溫的差異而影響了疊氮化鈉的作用能力。

發芽率常被用爲誘變劑效應的指標之一。對育種工作的實用而言，以發芽率、結實率影響最小而基因誘變率最高的誘變劑或劑量 [13,16] 最爲理想。但毫無疑問的，發芽率的測定可以簡便地告訴育種人員所用的誘變劑或劑量是否適當。萌芽出土率的測定雖較發芽率爲慢而費事，但其實用性却較高。本試驗於溫室調查播種後10日的萌芽出土率對處理時間和處理濃度的反應顯示與其他調查之生理傷害有顯著的相關，雖然這些相關與其他生理傷害性狀間的相關較小。疊氮化物是一種高效力的呼吸作用抑制劑，抑制種子萌芽時的呼吸作用當然會影響萌芽及生長。最後結實率亦受影響。想獲得接近理想的處理濃度必須再進一步探討更低及更高濃度的效應並測驗傷害程度與誘變率間的相關。

Gaul 曾綜論染色體突變可能是所有誘變劑造成不稔性的主要原因，但疊氮化物處理大麥時並未誘發顯著的染色體異常，其不稔性乃由於配子或接合子致死基因的突變 [2,11,26,34]。疊氮化物所獲誘發的不稔性可能是基因突變所造成；但於 M_2 世代各種突變體的出現率不見得與 M_1 世代的不稔性有相關 [9,15,20]。Afser Awan 在水稻品種 M5 的疊氮化鈉誘變試驗中發現 M_1 世代的不稔性隨處理濃度而增加，於 M_2 世代中，葉綠體突變率與處理濃度呈正相關，但其他性狀如短稈、早熟等之誘變率與處理濃度即無相關，唯總誘變率與處理濃度則呈正相關 [8]。本試驗中臺農67號 M_1 株的結實率與疊氮化鈉的濃度呈直線關係，與 Afser Awan 的結果一致。雖然本試驗尚未獲得 M_2 有關的資料，但比較Afser Awan 的結果推論，疊氮化鈉對臺農67號水稻種子處理的基因誘變率與處理的濃度可能會有相當的關係。唯此推論尚須進一步探討 M_2 的誘變率才可歸納證實。又種根長與結實率在對疊氮化鈉處理的反應上比其他調查之生理傷害反應，有最高的相關，再考量實用、迅速、方便等條件下，此二種反應可能是水稻臺農67號使用疊氮化鈉爲誘變劑進行誘變育種時，決定所須適當處理方法的較佳指標。

參考文獻

1. 卜瑞雄、黃眞生 1983，水稻臺農67號對稻熱病抵抗性改良之研究。中華農業研究，32（3）201—208。
2. 范基南、盧英權 1981, Sodium Azide 與 EMS 對大麥誘變效果之比較。科學農業，29（1—2）61—65。
3. 黃眞生、卜瑞雄 1974，水稻品種臺農61號放射線處理試驗。農試所年報，62：6—7。
4. 張德梅 1976, EMS（Ethyl Methane Sulfonate）誘導的水稻突變品系之遺傳研究。稻作改良年報，64：4—6。
5. 楊紹榮、李淑英 1981，化學誘變劑對香蕉之誘變效果。中華農學會報，（新）116期：36—47。
6. 蔡金川 1978，水稻幼穗分化至抽穗期間之X射線誘變研究。科學農業，26（7—8）264—265。
8. Afsar Awan, M., C. F. Konzak, J. N. Rutger & R. A. Nilan 1980, Mutagenic effects of sodium azide in rice. Crop Science, 20(5)663—668.
9. Bekedam, J. 1960, X-ray induced mutations in rice. Effects of Ionizing Radiations on Seeds. Proc. Symp. Karlsruhe, IAEA, Vienna. p. 609-629.
10. Borojevic, K., W. Gottschalk & A. Micke 1977, The factors of effects for mutational map and quality of mutants. Manual on Mutation Breeding, p. 146-150.
11. Choudhary, D. K. & G. L. Kaul 1976, Effect of sodium azide on X-rays induced seedling injury, chromosome aberrations & frequency of chlorophyll deficient mutations in barley, *Hordeum vulgare* L.. Indian J. exp. Biol., 14(5) 607-609.
12. Choudhary, D. K. 1976, Non-mutagenicity of sodium azide on *Streptocarpus hybridus*. Z. Pflanzenzucht, 76(2)167-170.
13. Gaul, H. 1959, Determination of the suitable radiation dose in mutation experiments. Proc. 2nd

Congr. European Association for Research on Plant Breeding, Cologne, p. 65-69.

14. Gaul, H. 1963, Mutationen in der Pflanzenuchtung. Z. Pflanzenzuecht, 50 : 194-307.
15. Gaul, H. 1965, The concept of macro-and micro-mutations and results on induced micro-mutations in barley. The Use of Induced Mutations in Plant Breeding, Perganion Press, Oxford, p. 408-426.
16. Gaul, H. 1977, The effects of mutagens for M_1 of treated seeds. I. Injury and lethylity on plant. Manual of Mutation Breeding, p. 87-91.
17. Guimaraes, E. P. & A. Ando 1980, Effect of the use of the mutagenens sodium azide and gamma radiation in rice seeds. Ciência e Cultura, 32(5)619-622.
18. Hasegawa, H. & M. Inoue 1980, Effects of sodium azide on seedling injury and chlorophyll mutation in rice. Japanese J. Breeding , 30(4)301-308.
19. Heslot, H. 1977, Chemical mutagen. I. The main mutagens. Manual on Mutation Breeding, p. 51-59.
20. Hildering, G. J. & J. H. Van Der Veen 1966, The mutual independence of M_1-fertility and mutant yield in EMS treated tomatoes. Euphytica, 15 : 412-424.
21. Ketchersid, M. L. & M. G. Merkle 1976, Dissipation and phytotoxicity of sodium azide in soil. Weed Sci., 24 : 312-315.
22. Kleinhofs, A., C. Sander, R. A. Nilan & C. F. Konzak 1974, Azide mutagenicity-mechanism and nature of mutants produced. Polyploidy and Induced Mutations in Plant Breeding, IAEA, Vienna, p. 195-199.
23. Kleihofs, A., W. M. Owais & R. A. Nilan 1978, Azide. Mutation Reseaɹch, 55 : 165-195.
24. Li, H. W., C. H. Hu & S. C. Woo 1966, Induced mutation breeding of rice in Taiwa. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 7(2)71-79.
25. Mustafa, G. 1976, Azide mutagenesis in rice. A report submitted for the Degree, M. S. in Agronomy, Washington State Univ., Pullman, Wash.
26. Niknejad, M. 1976, The effects of duration and conditions of posttreatment storge on the physiological damage and mutation frequancy of barley treated with different concentrations of sodium azide. Barley Genetics III. Proc. 3rd Int. Barley Genet. Symp. Verlag Karl Thiemig, Munich, H. Gual (ed.), p. 132-145.
27. Owais, W. M., M. A. Zarowitz, R. A. Gunovich, A. L. Hodgdon, A. Kleinhofs & R. A. Nilan 1978, A mutagenic in vivo metabolite of sodium azide. Mutation Research, 53(3)355-358.
28. Patnaik, A., K. Vasudevan & N. P. Sarma 1980, Induced mutation frequencies in different tiller categories in rice. Cerel Research Communications, 8(3)575-576.
29. Sarma, N. P. & A. Patnaik 1980, Induction of sprouting resistance in Mahsuri. International Rice Research Newsletter, 5(6)3.
30. Singh, R. B., R. S. N. Pillai & H. Kumar 1981, Induced traslocations in Safflower. Crop Science, 21(6)811-815.
31. Ulland, B., E. K. Weisburger & J. H. Weisburger 1973, Chronic toxicity and carcinogenicity of industrial chemicals and pesticides. Toxicol. Appl. Pharmacol., 25 : 446.
32. Veleminsky, J., T. Gichner & V. Pokorny 1977, Induction of DNA singlestrand breaks in barley by sodium azide applied at pH 3. Mutation Research, 42(1)65-70.
33. Vigers, G. A. & F. D. Ziegler 1968, Azide inhibition of mitochondrial ATPase. Biochm. Biophys. Res. Commun., 30 : 83-85.
34. Walther, F. 1976, The influence of storage on sodium azide treated barley and on the efficiency of the chemomutagen. Barley Genetics III. Proc. 3rd Int. Barley Genet. Symp., Verlag Karl Thiemig, Munich, H. Gual (ed.), p. 123-133.

35. Woo, S. C., C. -M. Ng & E.-M. Tye 1971, Induction of mutations in cultivated rice by chemical and physical agents. 1. The efefcts of isopyopyl methane-sulfonate, diethyl sulfate, and gamma radiations on seed germination and seedling height injury. Bot. Bull. Acad. Sinica, 12 : 10-23.

36. Woo, S. C., C.-M. Ng & I.-J. Tung 1971, Induction of mutations in cultivated rice by chemical and physical agents. II. The effect of M_1 damage and M_2 mutations. Bot. Bull. Acad. Sinica, 12 : 66-73.

Mutagenic Efficiency of Sodium Azide on Rice Variety Tainung 67[1]

C. G. Chern and C. S. Huang[2]

Summary

The presoaked seed of rice variety Tainung 67 were treated with sodium azide for 2 time periods, 3 and 6 hrs, at 4 concentrations, 0.0, 1.0, 1.5 and 2.0mM in a pH 3 potassium phosphate buffer solution for mutation breeding. Five related traits at M_1 generation were observed, they were seminal root length, germination rate in greenhouse, seedling height, seedset rate and survival rate [percentage of plants that bore one or more seeds]. Except the seedling height on time periods of treatment, there existed a significantly negative correlation regression of all traits on the time duration and concentrations of treatment. The regressions of seminal root length and survival rate on the concentrations showed a quadratic nature, while other traits, respectively, showed a linear regression on the treated concentrations. The highest correlation was found between seminal root length and seedset rate of M_1 generation. It is suggested to use a relatively short time period of treatment and to use the seminal root length and seedset rate of M_1 plant as the indicator to eveluate the mutagenic efficiency of sodium azide in rice mutation breeding.

---

1. Contribution No. 1182 from the Taiwan Agricultural Research Institue.

2. Assistant plant breeder and Senior plant breeder, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taiwan, 431, ROC.